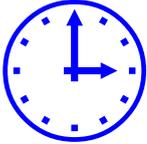


# TP : Les Capteurs analogiques et numériques de position

## CI n° 3 : la chaîne fonctionnelle



### SUPPORT D'ACTIVITÉ :

- Vidéos : Les capteurs analogiques et numériques de position (nathan vidéo)

## Travail demandé

### 1<sup>ère</sup> partie : les capteurs numériques de position

Mesurer et détecter : il n'y a pas d'activité technique ou scientifique sans ces deux fonctions essentielles.

La mesure d'une grandeur physique est réservée aux capteurs de type analogique ou numérique. La diversité et le nombre de grandeurs physiques que l'homme est amené à mesurer sont illimités. Le monde des capteurs analogiques est, de ce fait, particulièrement riche, que ce soit dans les domaines industriels, médicaux ou dans ceux de la recherche.

On distingue très nettement ces capteurs des capteurs du type tout ou rien : très nombreux et très divers également, ils n'ont pas pour fonction de mesurer, mais simplement de détecter des événements ; on les trouve en grand nombre dans les machines automatiques de production et dans les systèmes automatisés d'une façon générale.

Nous nous intéresserons en premier lieu à la mesure des déplacements et des positions. Cette fonction est en effet très présente dans les machines de production.

Le développement de l'informatique dans la commande des processus a beaucoup favorisé le développement des capteurs de déplacement numériques. Ce sont eux qui font l'objet de cette vidéo.

Visionner la vidéo dans son intégralité (vidéo en ressource électronique : les capteurs numériques).

### **Séquence 1 : Les capteurs de position : capteurs de position et capteurs de déplacement, capteurs linéaires et capteurs angulaires, capteurs analogiques et capteurs numériques.**

Visionner de nouveau la séquence 1 puis répondre aux questions ci-dessous.

1 – Quelle est la différence entre un capteur de position « tout ou rien » et un capteur de déplacement ?

✍ .....

2 – Dans quel cas une mesure en continu du déplacement d'un mobile est-elle nécessaire ?

✍ .....

3 – Quelles précautions doit-on prendre lorsqu'on utilise un capteur circulaire pour effectuer une mesure linéaire ?

.....  
 .....  
 4 – De quelle nature est le signal délivré par un capteur analogique ?

.....  
 .....

### **Séquence 2 : Les capteurs de position incrémentaux : détection du sens de rotation, initialisation des codeurs incrémentaux.**

Visionner de nouveau la séquence 2 puis répondre aux questions ci-dessous.

1 – Quels sont les trois éléments essentiels d'un capteur incrémental optique ?

.....  
 .....

2 – Qu'est-ce qui détermine la résolution d'un capteur incrémental ?

.....  
 .....

3 – Quel moyen électronique peut-on utiliser pour augmenter la résolution d'un capteur incrémental ?

.....  
 .....

4 – Quel doit être la position du deuxième détecteur par rapport au premier ?

.....  
 .....

5 – À quoi sert le deuxième photodétecteur d'un capteur incrémental ?

.....  
 .....

6 – Pourquoi un capteur incrémental doit-il être initialisé à chaque remise sous tension ?

.....  
 .....

### **Compléments :**

1 – La technique présentée ici est une technique opto-électronique. On peut envisager tout autre moyen pour générer des impulsions : effet magnétique ou effet capacitif.

Le signal de sortie se présente alors comme un train d'impulsions semblable à celui des capteurs opto-électroniques dont l'utilisation et le traitement sont identiques.

Cependant, ces techniques sont souvent plus onéreuses et moins performantes, ce qui explique le quasi-monopole de l'opto-électronique dans les capteurs incrémentaux.

On peut trouver d'autres appellations : capteurs digitaux ou encore G.I.O. : générateurs d'impulsions optiques.

2 – Pour détecter le sens de rotation du capteur, on peut utiliser les équations suivantes :

sens direct :  $Dd = B\uparrow A + B\downarrow A$

sens indirect :  $Di = B\uparrow A - B\downarrow A$

### **Séquence 3 : Les codeurs numériques de position : principe, codage et nature de la mesure**

Visionner de nouveau la séquence 3 puis répondre aux questions ci-dessous.

1 – Qu'est-ce qui différencie, dans sa structure, un capteur incrémental d'un codeur numérique ?

.....  
 .....

2 – Combien de pistes comportent le disque d'un codeur numérique ?

✍ .....  
 .....

3 – Citer deux types de codages binaires utilisés dans les codeurs numériques.

✍ .....  
 .....

4 – Quel est l'avantage du code GRAY ?

✍ .....  
 .....

5 – Un codeur numérique de position est-il un capteur relatif ou un capteur absolu ?

✍ .....  
 .....

### **Séquence 4 : Avantages et évolution des capteurs numériques : avantages, évolution des capteurs numériques**

Visionner de nouveau la séquence 4 puis répondre aux questions ci-dessous.

1 – Quel sont les avantages des capteurs numériques ?

✍ .....  
 .....

2 – Comment peut-on mesurer la vitesse d'un mobile avec un capteur incrémental ?

✍ .....  
 .....

3 – Comment peut-on transformer un codeur numérique semi-absolu en codeur absolu ?

✍ .....  
 .....

### **Compléments :**

Il est fait allusion ici à la notion de capteur intelligent. Ce type de capteur qui concerne tous les capteurs et non pas seulement les capteurs de position est caractérisé par :

- la présence d'un microcontrôleur ou microprocesseur qui permet de traiter l'information directement par le capteur ;
- les programmes stockés en mémoire morte ;
- les circuits d'interfaçage qui autorisent le dialogue du capteur avec d'autres systèmes informatiques.

Certains codeurs programmables sont rendus ainsi totalement configurables par l'utilisateur : sélection du type de codage (binaire pur, code GRAY, code BCD, etc...), sélection du nombre de bits pour le codage de la position, définition de l'origine machine, programmation du type de liaison avec l'ordinateur et de son protocole de transmission, calculs en ligne...

Le codeur devient alors un composant très flexible et facilite énormément la conception et la mise en œuvre du système dans lequel il est intégré, la mesure de la position n'étant plus dépendante de l'ordinateur de commande.

Les capteurs intelligents sont actuellement en plein développement. On les trouve en particulier sur les systèmes déportés assez loin des centres de calcul classique.

Exemple : capteurs intelligents de position montés sur des vannes devant réguler un débit.

### **2<sup>ème</sup> partie : les capteurs analogiques de position**

Bien que la place prise par les capteurs numériques dans les systèmes automatiques soit

considérable, les capteurs de déplacement analogiques trouvent encore leur place dans bon nombre d'applications, en raisons de leurs qualités métrologiques, de leur facilité d'intégration (capteurs linéaires en particulier), ou encore de la forme particulière du signal émis.

Le principe de mesure est celui de tout capteur analogique : mesurer une grandeur physique qui varie en même temps que la grandeur à mesurer appelée mesurande, pour obtenir une tension qui constitue une image du mesurande. Si la tension est alternative, l'image peut être constituée, le plus souvent, par l'amplitude, plus rarement par sa fréquence.

La mesure n'est donc pas une mesure directe, ce qui est parfois source d'erreurs et, en particulier d'erreurs de linéarité.

Dans le cas des capteurs de déplacement, on fait généralement appel à des variations de résistance, de capacité et plus encore d'inductance. Les qualités métrologiques obtenues sont assez variables ; il est important de connaître les avantages et les défauts des uns et des autres.

Bien entendu, les qualités demandées à un capteur dépendent de l'application à laquelle il est destiné. Un bon capteur est un capteur adapté à la mesure à effectuer.

On ne saurait trop insister sur ce point, surtout dans un contexte industriel où le coût est un critère déterminant dans le choix d'un équipement.

Rappels :

- fidélité : un appareil fidèle est peu sujet, d'une part aux erreurs de mesure aléatoires et, d'autre part, aux dérives dans le temps ;
- justesse : on appelle justesse la composante systématique de l'erreur d'un instrument de mesure ;
- exactitude : un appareil exact est à la fois fidèle et juste. L'exactitude est spécifiée par un nombre qui donne l'intervalle à l'intérieur duquel on est sûr de trouver la valeur mesurée vraie.
- sensibilité : c'est le rapport entre la variation de la grandeur de sortie et celle du mesurande :  $S = D_s / D_m$ .
- résolution : c'est la plus petite valeur mesurable (encore appelée mobilité). Dans le cas d'un capteur de déplacement, la résolution correspond au plus petit déplacement que peut « voir » le capteur.
- étendue de mesure : elle est définie par les valeurs extrêmes mesurables par le capteur. Dans certains cas, elle est infinie.

Visionner la vidéo dans son intégralité (vidéo en ressource électronique : les capteurs analogiques).

### **Séquence 1 : Principes généraux des capteurs analogiques de position**

Visionner de nouveau la séquence 1 puis répondre aux questions ci-dessous.

1 – Sous quelle forme un capteur analogique fournit-il un déplacement mesuré ?

✍ .....  
 .....

2 – Citer les trois classes de capteurs de déplacement ?

✍ .....  
 .....

### **Compléments :**

L'utilisation d'un convertisseur analogique/numérique (CAN) influe directement sur la résolution de l'ensemble capteur-convertisseur qui est directement fonction du nombre de bits du CAN.

### **Séquence 2 : Les capteurs potentiométriques : principe, conditionnement du signal, inconvénients des potentiomètres**

Visionner de nouveau la séquence 2 puis répondre aux questions ci-dessous.

1 – Quel est le principe du potentiomètre ?

 .....

.....

2 – Comment est constitué un potentiomètre ?

 .....

.....

3 – Quel est la fonction du conditionneur du signal d'un potentiomètre ?

 .....

.....

**Séquence 3 : Les capteurs de déplacement capacitifs : principe du condensateur variable, principe de la mesure, caractéristiques et applications**

Visionner de nouveau la séquence 3 puis répondre aux questions ci-dessous.

1 – Comment peut-on faire varier la capacité d'un condensateur ?

 .....

.....

2 – Comment est alimenté un capteur capacitif ?

 .....

.....

3 – Quelle est la fonction principale du conditionneur d'un capteur capacitifs ?

 .....

.....

4 – quels sont les avantages des capteurs capacitifs ? Quel est leur inconvénient principal ?

 .....

.....

5 – Citer une application des capteurs capacitifs.

 .....

.....

**Séquence 4 : Transformateurs différentiels variables : principe de fonctionnement, avantages et inconvénients des capteurs LVDT**

Visionner de nouveau la séquence 4 puis répondre aux questions ci-dessous.

1 – Quel est le principe de fonctionnement d'un capteur LVDT ?

 .....

.....

2 – Que veut dire LVDT ?

 .....

.....

3 – Comment est constituée la partie fixe du LVDT ?

 .....

.....

4 – De quoi est formée la partie mobile LVDT ?

 .....

.....

5 – Comment est alimenté le capteur ?

 .....

.....

**Séquence 5 : Resolver : principe, applications**

Visionner de nouveau la séquence 5 puis répondre aux questions ci-dessous.

1 – Quel est le principe de fonctionnement d'un resolver ?

 .....

.....

2 – Comment est constitué un resolver ?

 .....

.....

3 – Sous quelle forme se présente le signal émis par un resolver ?

 .....

.....

**Séquence 6 : Inductosyn : principe, applications**

Visionner de nouveau la séquence 6 puis répondre aux questions ci-dessous.

1 – Comment est constituée la partie fixe d'un capteur inductosyn ?

 .....

.....

2 – Pourquoi les deux circuits du curseur sont-ils décalés d'un demi-pas par rapport à la règle ?

 .....

.....

3 – Quels sont les avantages principaux du capteur inductosyn ?

 .....

.....

NOM :

Prénom :

Classe :

Date :